

Rotary-wing aircraft has actively controllable interface between airframe and rear boom to suppress oscillation

Publication number: DE19925982

Publication date: 2000-12-21

Inventor: BUETER ANDREAS (DE); GRUETZMACHER TORSTEN (DE)

Applicant: DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT (DE)

Classification:

- international: B64C27/00; B64C27/82; F16F15/00; B64C27/00; F16F15/00; (IPC1-7): B64C27/12; B64C27/54

- european: B64C27/00B; B64C27/82; F16F15/00P

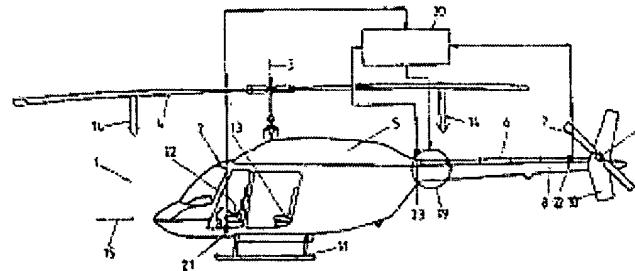
Application number: DE19991025982 19990608

Priority number(s): DE19991025982 19990608

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19925982

The aircraft includes an airframe (2) with a vertical main rotor and a rear horizontal rotor, the jet from the main rotor meeting the boom (8) on which the rear rotor is mounted. An actively controllable interface (19) is provided between the boom (8) and the airframe. The interface includes at least one actuator for applying moments of forces between the rear boom and the airframe. The moments may be horizontal transverse bending moments, applied based on the output signal from a sensor (23).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 199 25 982 B4 2004.09.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 199 25 982.8

(51) Int Cl.⁷: B64C 27/12

(22) Anmeldetag: 08.06.1999

B64C 27/54

(43) Offenlegungstag: 21.12.2000

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 09.09.2004

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147 Köln, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 35 649 A1

DE 197 25 770 A1

US 57 65 817

US 56 41 133

(74) Vertreter:

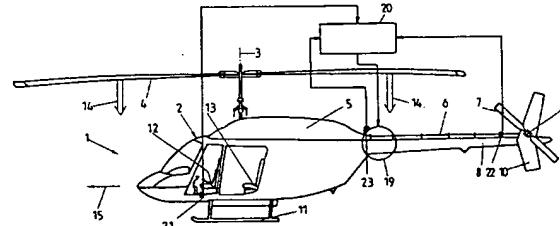
Rehberg und Kollegen, 37073 Göttingen

(72) Erfinder:

Büter, Andreas, 38102 Braunschweig, DE;
Grützmacher, Torsten, 37085 Göttingen, DE

(54) Bezeichnung: Drehflügler mit einer Zelle, an der ein Hauptrotor und ein Heckausleger für einen Heckrotor gelagert sind

(57) Hauptanspruch: Drehflügler mit einer Zelle, an der ein um eine vertikale Rotorachse umlaufender Hauptrotor und ein Heckausleger für einen um eine horizontale Rotorachse umlaufenden Heckrotor gelagert sind, wobei ein von dem umlaufenden Hauptrotor hervorgerufener Rotorstrahl auf den Heckausleger trifft, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Heckausleger (8) und der Zelle (2) eine aktiv ansteuerbare Schnittstelle (19) vorgesehen ist, die mindestens einen Aktuator (26) zum Aufbringen von Momenten zwischen dem Heckausleger (8) und der Zelle (2) aufweist, daß ein Sensor (21) vorgesehen ist, der Schwingungen der Zelle (2) registriert, und daß eine Steuereinrichtung (20) für die aktive Ansteuerung der Schnittstelle (19) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von dem Signal des Sensors (21) die aktive Schnittstelle (19) im Sinne einer Erzeugung von Gegenschwingungen ansteuert, die sich mit den Schwingungen der Zelle (2) auslöschend überlagern.



Beschreibung

[0001] Drehflügler mit einer Zelle, an der ein Hauptrotor und ein Heckausleger für einen Heckrotor gelagert sind. Die Erfindung bezieht sich auf einen Drehflügler mit einer Zelle, an der ein um eine etwa vertikale Rotorachse umlaufender Hauptrotor und ein Heckausleger für einen um eine etwa horizontale Rotorachse umlaufenden Heckrotor gelagert sind, wobei ein von dem umlaufenden Hauptrotor hervorgerufener Rotorstrahl auf den Heckausleger trifft.

[0002] Drehflügler ist der Oberbegriff, unter den vorwiegend Hubschrauber aber prinzipiell auch solche Drehflügler mit überwiegend passivem Antrieb des Hauptrotors durch horizontale Anströmung fallen, die beispielsweise mit horizontal ausgerichteten Strahltriebwerken angetrieben werden. Bei einem Hubschrauber ohne zusätzliche horizontale ausgerichtete Triebwerke wird für den Vortrieb die Rotorachse bzw. der ganze Hubschrauber mit der Zelle nach vorne verkippt. Insofern ist der vertikale Verlauf der Rotorachse hier nicht als starre Angabe zu verstehen.

[0003] Hubschrauber zeichnen sich aufgrund ihrer Fähigkeit zum Schweben- und Vertikalflug durch ein vielfältiges Einsatzspektrum aus. Diesen Vorteilen stehen jedoch auch Nachteile gegenüber, zu denen ein hohes Vibrationsniveau im Inneren der Zelle eines Hubschraubers zählt. Dieses Vibrationsniveau führt neben dem bei Hubschraubern bekannt hohen Lärmniveau zu einer erheblichen Belastung des Piloten und etwaiger Passagiere. Insbesondere bei Rettungseinsätzen und Krankentransporten wirken sich die Vibrationsniveaus somit auch die Einsatzbreite des Hubschraubers im medizinischen Bereich wesentlich ein. Neben diesen Einschränkungen im Einsatzbereich führen die Vibrationsniveaus auch zu einem erhöhten strukturellen Verschleiß und damit verbunden zu einem hohen Wartungsaufwand bei Hubschraubern. Eine Vibrationsminderung hat daher einen direkten Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Hubschraubern.

Stand der Technik

[0004] Das Strömungsfeld um einen Drehflügler ist im wesentlichen durch die induzierte Strömung, d. h. den Rotorstrahl des Hauptrotors charakterisiert. Ein spezielles Problem in diesem Zusammenhang sind die sich von dem Heckausleger ablösenden Wirbel. Diese Wirbelablösungen können Querschwingungen zunächst des Heckauslegers erzwingen, wenn sich hinter bzw. unter dem Heckausleger eine sogenannte Kármánnsche Wirbelstraße ausbildet. Über die Anbindung des Heckauslegers an die Zelle werden durch die Querschwingungen des Heckauslegers Schwingungen der Zelle angeregt. Im Fall der sogenannten Selbststeuerung können auch Querbiegegeigenformen der Gesamtstruktur aus Zelle und Heckausleger angeregt werden die neben einer Reduktion

des Flugkomforts eine erhebliche Strukturbelastung darstellen.

[0005] Die maßgebliche Kennzahl für das oben angesprochene Phänomen der Selbststeuerung ist die sogenannte STROUHAL-Zahl $S = f_k D/u$, wobei f_k die Frequenz der sich ablösenden Wirbel, D der Durchmesser der quer angeströmten Struktur und u die Strömungsgeschwindigkeit ist. Die STROUHAL-Zahl ist abhängig von der REYNOLDS-Zahl. Nähert sich die Frequenz f_k der Eigenfrequenz f_e einer Querschwingungseigenform des Heckauslegers, entstehen bei kleiner Dämpfung große Ausschläge. Dieses Phänomen ist bei quer angeströmten Zylindern bekannt und beispielsweise in Hapel, H.-H.: "Festigkeitsanalyse dynamisch beanspruchter Offshore Konstruktionen", Vieweg-Verlag, 1990 beschrieben. Ein in Wirbelresonanz schwingender Zylinder schwingt auch dann mit derselben Amplitude weiter, wenn die Anströmgeschwindigkeit geringfügig wächst oder abnimmt. Das heißt, in einem schmalen Frequenzgang in der Umgebung seiner Resonanzfrequenz wird die Frequenz der sich ablösenden Wirbel nicht von der Höhe der Anströmgeschwindigkeit sondern von dem schwingenden Zylinder selbst bestimmt. Dieses Phänomen wird im speziellen mit Selbststeuerung bezeichnet. Sie führt zu einer zusätzlichen Stabilisierung der Resonanzschwingung, was auch als LOCK-IN Phänomen bezeichnet wird. Aufgrund der Selbststeuerung können bei schwingenden Zylindern auch im überkritischen REYNOLDS-Bereich zwischen dem unterkritischen Bereich und dem transkritischen Bereich regelmäßige Wirbelablösungen auftreten, was bei starren Strukturen nicht auftritt. Die spezielle wechselweise Ablösung von Einzelwirbeln auf beiden Seiten eines quer angeströmten schwingenden Zylinders tritt bei typischen STROUHAL-Zahlen von 0,2 und REYNOLDS-Zahlen im Bereich $2,5 \cdot 10^6 < Re < 5 \cdot 10^6$ (überkritischer Bereich) auf. Die Querschwingungen des Heckauslegers eines Drehflüglers sind stark durch das Phänomen der Selbststeuerung geprägt. Die wirbelinduzierten Querbiegemomente weisen als Frequenzanteile im Falle der Selbststeuerung die erste Querbiegegeigenform des Drehflüglers und im Falle ohne Selbststeuerung die Wirbelablösefrequenz auf.

[0006] Aus Strehlow, H. et al.: "Applied Helicopter Aeroelastics – Modelling and Testing -"; 22nd European Rotorcraft Forum, Brighton, UK, Sept. 1996 ist es für den Hubschrauber BK 117 bekannt, daß bei STROUHAL-Zahlen von 0,2 in einem bestimmten Fluggeschwindigkeitsbereich eine Selbststeuerung mit starken Querbiegemomenten des Heckauslegers auftritt. Konkret wurden starke Heckauslegerschwingungen im Sinkflug und bei Fluggeschwindigkeiten im Bereich zwischen 70 bis 120 kn beobachtet. Der Schwingungsverlauf wies in diesem Zusammenhang eine Schwebung auf. Der Grund für diese Schwebung sind die dicht zusammenliegenden Biege- und Ablösefrequenzen, die mit vergleichbaren Amplitu-

den angeregt werden. Aus der oben zitierten Druckschrift ist weiterhin bekannt, daß die Querbiegemomente des Heckauslegers mit den Vibrationen des Pilotensitzes stark korrelieren und für Zellenvibrationen verantwortlich sind. Zudem führen die Querbiegeschwingungen des Heckauslegers zu Wechselwirkungen mit dem Heckrotor.

[0007] Aus der US 5,641,133 ist eine passive Schnittstelle zwischen dem Heckausleger und der Zelle eines Hubschraubers der eingangs beschriebenen Art bekannt, die dazu dient Schwingungen des Hubschraubers zu reduzieren, indem eine Verstimmung der Eigenfrequenz des gesamten Hubschraubers bewirkt wird. Unter Verwendung elastischer Elemente in der Schnittstelle wird die Eigenfrequenz des Hubschraubers so weit von einer Anregungsfrequenz der Rotorblätter entfernt, dass es zu keiner Resonanzüberhöhung bei der Anregung von Schwingungen durch die Rotorblätter kommt.

Aufgabenstellung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit aufzuzeigen, das Schwingungsniveau bei einem Drehflügler der eingangs beschriebenen Art grundlegend zu reduzieren.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Drehflügler mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Eine bevorzugte Ausführungsform des neuen Drehflüglers ist in dem Patentanspruch 2 beschrieben.

[0010] Die bei dem neuen Drehflügler vorgesehene aktiv ansteuerbare Schnittstelle ist eine mechanische Schnittstelle. Sie ist an dem Punkt angeordnet, an dem Querbiegemomente zwischen dem Heckausleger und der Zelle übertragen werden, d. h. an dem Verbindungspunkt dieser beiden Bauteile. Dabei ist die Schnittstelle in dem Sinne aktiv ansteuerbar, daß sie neben den von ihr übertragenen passiven Querbiegemomenten aktive Querbiegemomente zwischen der Zelle und dem Heckausleger erzeugen kann. Hierzu ist mindestens ein Aktuator vorgesehen, um die gewünschten Querbiegemomente zwischen Heckausleger und der Zelle aufzubringen.

[0011] Mit nur einem Aktuator kann die Schnittstelle nur vorgesehen sein, um Querbiegemomente zwischen dem Heckausleger und der Zelle in einer Richtung aufzubringen. Die bevorzugte Richtung verläuft dabei horizontal, d. h. um eine Hochachse des Drehflüglers bzw. in der Richtung, in der die Schnittstelle durch horizontale Wedelbewegungen des Heckauslegers und angeregte Eigenbiegeformen der Struktur aus Heckausleger und Zelle auf Verformung beansprucht wird.

[0012] Bereits beim Aufbringen von nur horizontal verlaufenden Querbiegemomenten zwischen dem Heckausleger und der Zelle kann es aber sinnvoll sein, mehrere Aktuatoren vorzusehen, die beispielsweise gegeneinander geschaltet sind. Wenn auch vertikal, d.h. um eine Nickachse des Drehflüglers,

oder jedenfalls nicht horizontal verlaufende Querbiegemomente zwischen dem Heckausleger und der Zelle aufgebracht werden sollen, sind entsprechend zusätzliche Aktuatoren in der Schnittstelle vorzusehen. Eine aktiv ansteuerbare Schnittstelle, mit der Querbiegemomente in nahezu beliebigen Richtungen zwischen dem Heckausleger und der Zelle aufbringbar wären, ist beispielsweise aus dem US-Patent 5 765 817 bekannt.

[0013] Bei dem neuen Drehflügler ist ein Sensor vorgesehen, der Schwingungen der Zelle registriert, wobei eine Steuereinrichtung für die aktive Ansteuerung der Schnittstelle vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von dem Signal des Sensors die aktive Schnittstelle im Sinne eine Erzeugung von Gegenschwingungen ansteuert, die sich mit Schwingungen der Zelle auslöschend überlagern. Hier wird zunächst hingenommen, daß der Heckausleger schwingt. Er wird sogar bei der Erzeugung der Gegenschwingungen aufgrund deren reaktion zu weiteren Schwingungen angeregt. Die Konzentration des aktiven Eingriffs erfolgt auf die Schwingungen der Zelle, die durch die bewußt hervorgerufenen Gegenschwingungen möglichst weitgehend ausgelöscht werden. Dabei findet aber auch eine Herabsetzung des Gesamtschwingungsniveaus des Drehflüglers statt, so daß defacto auch die Schwingungen des Heckauslegers eher auf einem geringeren Niveau stattfinden als bei einem Drehflügler nach dem Stand der Technik.

Ausführungsbeispiel

[0014] Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert und beschrieben, dabei zeigt:

[0015] Fig. 1 einen Hubschrauber als Beispiel für einen Drehflügler in der Seitenansicht,

[0016] Fig. 2 eine Auftragung der Frequenz der sich von dem Heckausleger des Hubschraubers gemäß Fig. 1 ablösenden Wirbel in Abhängigkeit von der Anströmgeschwindigkeit auf den Heckausleger,

[0017] Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer Schnittstelle für den Hubschrauber gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht,

[0018] Fig. 4 die Schnittstelle gemäß Fig. 3 im Querschnitt,

[0019] Fig. 5 eine zweite Ausführungsform der Schnittstelle für den Hubschrauber gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht,

[0020] Fig. 6 eine dritte Ausführungsform der Schnittstelle für den Hubschrauber gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht,

[0021] Fig. 7 eine vierte Ausführungsform der Schnittstelle für den Hubschrauber gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht,

[0022] Fig. 8 eine fünfte Ausführungsform der Schnittstelle für den Hubschrauber gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht, und

[0023] Fig. 9 ein Blockdiagramm zur Ansteuerung der Schnittstelle des Hubschraubers gemäß Fig. 1.

[0024] Der in **Fig. 1** als Beispiel für einen Drehflügler dargestellte Hubschrauber 1 weist eine Zelle 2 auf, an der ein um eine im wesentlichen vertikale Rotorachse 3 umlaufender Hauptrotor 4 gelagert ist. Ebenfalls an der Zelle 2 ist ein Triebwerk 5 für den Hauptrotor 4 gelagert. Das Triebwerk 5 treibt über eine nach hinten führende Antriebswelle 6 zudem einen Heckrotor 7 an, der an einem Heckausleger 8 um eine horizontale Rotorachse 9 verschwenkbar gelagert ist. Der Heckausleger 8 ist an der Zelle 2 gelagert und trägt an seinem freien Ende neben dem Heckrotor 7 ein Leitwerk 10. Unten an der Zelle 2 sind Kufen 11 gelagert. Statt der Kufen 11 könnte auch ein Fahrwerk vorgesehen sein. In der Zelle 2 befinden sich ein oder mehrere Pilotensitze 12 und ein oder mehrere Passagiersitze 13. Der von dem Triebwerk 5 um die Rotorachse 3 angetriebene Hauptrotor 4 verursacht einen abwärts gerichteten Rotorstrahl 14, der mit zunehmender Geschwindigkeit des Hubschraubers 1 in einer Flugrichtung 15 im zunehmenden Maße auch nach hinten gerichtet ist. Der Rotorstrahl 14 trifft von oben auf den Heckausleger 8 auf und kann dabei Querschwingungen des Heckauslegers 8 senkrecht zur Zeichenebene der **Fig. 1** hervorrufen, die möglicherweise Querbiegeeigenformen der gesamten Zellenstruktur anregen.

[0025] Die mit der Anregung der Querbiegeeigenformen des Hubschraubers 1 verbundenen Phänomene sind in **Fig. 2** skizziert. Oben in **Fig. 2** ist dargestellt, wie sich bei einem durch den Rotorstrahl 14 quer angeströmten zweidimensionalen Zylinder 16, der als Modell für den Heckausleger 8 gemäß **Fig. 1** dient, Wirbel 17 und 18 wechselweise von beiden Seiten des Zylinders 16 ablösen. Dabei bezieht sich die Zuordnung der Seiten auf eine Ebene, die von dem Rotorstrahl 14 und der Haupterstreckungsrichtung des Zylinders 16 aufgespannt wird. Das derart beschriebene Phänomen der sich wechselseitig von dem Zylinder 16 bzw. dem Ausleger 8 ablösenden Wirbel 17 und 18 wird auch als Kármánnsche Wirbelstraße bezeichnet. Die Frequenz f_k der sich ablösenden Wirbel 17 und 18, die in **Fig. 2** unter dem Prinzipschaubild über der Anströmgeschwindigkeit u aufgetragen ist, steigt mit der Anströmgeschwindigkeit u linear an, bis sie in den Bereich einer Eigenfrequenz f_e der Querschwingungseigenform der Gesamtstruktur des Hubschraubers 1 gemäß **Fig. 1** gelangt. Dort kommt es in einer LOCK-IN Region zu einer Stabilisierung der Frequenz f_k unabhängig von der Anströmgeschwindigkeit u . Gleichzeitig erfolgt eine Anregung der Querschwingungseigenform des Hubschraubers mit der Eigenfrequenz f_e über die gesamte LOCK-IN Region hinweg, so daß es zu starken strukturellen Belastungen kommt. Aber auch über den restlichen Bereich der Ausbildung der Kármánnschen Wirbelstraße treten unerwünschte Querschwingungen des Heckauslegers 8 und damit verbundene strukturelle Belastungen des Hubschraubers 1 auf.

[0026] Um beispielsweise die Ausbildung der Kár-

mánnschen Wirbelstraße und dabei insbesondere das Eintreten in die LOCK-IN Region gemäß **Fig. 2** zu vermeiden ist bei dem Hubschrauber 1 gemäß **Fig. 1** eine aktiv ansteuerbare Schnittstelle 19 zwischen der Zelle 2 und dem Heckausleger 8 vorgesehen. Die Schnittstelle 19 dient zum Aufbringen von Querbiegemomenten zwischen der Zelle 2 und dem Heckausleger 8 vornehmlich in horizontaler Richtung, d. h. in der Richtung von Biegeeigenformen der elastischen Struktur aus der Zelle 2 und dem Heckausleger 8. Für die Ansteuerung der Schnittstelle 19 ist eine Steuereinrichtung 20 vorgesehen. Eingangssignale erhält die Steuereinrichtung 20 von Sensoren 21 bis 23, die an der Zelle 2, an dem Heckausleger 8 und in dem Bereich der Schnittstelle 19 selbst vorgesehen sind. Jedes der Signale der Regler 21 bis 23 kann als Eingangssignal und/oder Kontrollsignal der Steuereinrichtung 20 Verwendung finden. Der Sensor 21 registriert Schwingungen der Zelle 2, die es zur Verbesserung des Flugkomforts des Hubschraubers 1 zu verhindern gilt. Der Regler 22 registriert Schwingungen des Heckauslegers 8, die eine potentielle Anregung von Schwingungen der Zelle 2 darstellen. Der Sensor 23 liegt im Bereich des Knotens der ersten Biegeeigenform der elastischen Struktur aus der Zelle 2 und dem Heckausleger 8 und registriert das Anregen dieser und höherer Biegeeigenformen.

[0027] In den **Fig. 3** und **4** ist eine erste Ausführungsform der Schnittstelle 19 für den Hubschrauber 1 gemäß **Fig. 1** dargestellt. Die Schnittstelle 19 weist zwischen einem zellenseitigen Bauteil 24 und einem heckauslegerseitigem Bauteil 25 eine Mehrzahl von Aktuatoren 26 auf, denen Vorspannschrauben 27 und ein rohrförmiges Führungselement 28 parallel geschaltet sind. Die Aktuatoren 27 sind gestapelte piezoelektrische Aktuatoren und werden von der Steuereinrichtung 20 angesteuert. Die Vorspannschrauben 27 geben eine Vorspannung auf die Aktuatoren 26, um der Schnittstelle 19 eine Grundsteifigkeit zu verleihen. Gleichzeitig wird sichergestellt, daß die Aktuatoren 26 keinen Zugbeanspruchungen ausgesetzt werden, gegenüber denen sie sehr empfindlich sind. Das Führungselement 28 verhindert das Einwirken von Scherkräften auf die Aktuatoren 26, gegenüber denen sie ebenfalls eine hohe Empfindlichkeit aufweisen. Mit den Aktuatoren 26 können zwischen der Zelle 2 und dem Ausleger 8 gemäß **Fig. 1** in allen Richtungen, die senkrecht zu einer Achse 29 der Schnittstelle 19 verlaufen, welche mit der Haupterstreckungsrichtung des Heckauslegers 8 zusammenfällt, Querbiegemomente willkürlich hervorgerufen werden. Dabei kann die Anordnung der ringförmig um die Achse 29 verteilten Aktuatoren 26 auch noch eine größere Anzahl von Aktuatoren umfassen.

[0028] Nur zwei Aktuatoren sind bei der Ausführungsform der aktiv ansteuerbaren Schnittstelle 19 gemäß **Fig. 5** vorgesehen. Hier sind das zellenseitige Bauteil 24 und das heckauslegerseitige Bauteil 25 Bestandteil eines H-förmigen einstöckigen Grundkör-

pers 30 mit einem den Aktuatoren 26 parallel angeordneten Steg 31. Der Steg verleiht der Schnittstelle 19 eine Grundsteifigkeit. Er kann aber unter Einwirkung der Aktuatoren 26 in der Zeichenebene der Fig. 5 umgebogen werden, um horizontale, d.h. um eine Hochachse des Hubschraubers 1 verlaufende Querbiegemomente zwischen dem Heckausleger 8 und der Zelle 2 willkürlich aufzubringen. Dazu senkrechte, d.h. um eine Nickachse des Hubschraubers 1 verlaufende Querbiegemomente kann die Schnittstelle 19 nicht hervorrufen.

[0029] Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform der Schnittstelle 19, die sogar mit nur einem einzigen Aktuator 26 auskommt. Hier ist ein einstückiger Grundkörper 30 C-förmig ausgebildet, wobei seine beiden freien Enden durch den Aktuator 26 auseinandergedrückt werden können. Parallel zu dem Aktuator 26 ist eine Vorspannschraube 27 angeordnet. Auch die Schnittstelle 19 gemäß Fig. 6 ist nur für das Aufbringen von Querbiegemomenten in der Zeichenebene gedacht. Dabei sollte sie so an dem Hubschrauber 1 gemäß Fig. 1 angeordnet werden, daß das vom Heckrotor 7 aufgebrachte Drehmoment, das eine Drehbewegung der Zelle 2 um die Rotorachse 3 verhindert zu einer Druckbelastung des Aktuators 26 führt.

[0030] Zusammen mit der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform der Schnittstelle 19 sind auch die angrenzenden Bereiche des Heckauslegers 8 und der Zelle 2 wiedergegeben. Diese Bereiche sind jeweils von rohrförmiger Struktur und enden in ringförmigen Flanschen als heckauslegerseitiges Bauteil 25 und zellenseitiges Bauteil 24. Zwischen diesen beiden Bauteilen 24 und 25 sind Stäbe 44 als passive Kraftübertragende Elemente vorgesehen, die jeweils paarweise V-förmig zueinander ausgerichtet sind. Zusätzlich sind zwischen den Bauteilen 24 und 25 Verstellelemente mit den aktiv ansteuerbaren Aktuatoren 26 und den diesen parallel geschalteten Vorspannschrauben 27 vorgesehen. Mit den dargestellten vier Verstellelementen bzw. Aktuatoren können Momente, insbesondere Querbiegemomente, zwischen der Zelle 2 und dem Heckausleger 8 in allen Richtungen aufgebracht werden.

[0031] Fig. 8 zeigt eine Variante der Schnittstelle in der Ausführungsform gemäß Fig. 7. Hier ist auf zusätzliche Stellelemente zu den Stäben zwischen den Bauteilen 24 und 25 verzichtet. Statt dessen ist ein Teil der passiven Stäbe 44 durch aktive Stäbe 45 ersetzt, wie sie beispielsweise aus der DE 43 10 825 C1 bekannt sind. Die aktiven Stäbe 45 weisen einen integrierten von der Steuereinrichtung 20 ansteuerbaren Aktuator auf, mit dem die lineare Länge der Stäbe 45 veränderbar ist. Auf diese Weise sind Querbiegemomente zwischen dem Heckausleger 8 und der Zelle 2 aufbringbar. Durch entsprechend abgestimmte Ansteuerung ausgewählter aktiver Stäbe 45 sind bei der Ausführungsform der Schnittstelle 19 gemäß Fig. 8 Querbiegemomente zwischen dem Heckausleger 8 und der Zelle 2 sowohl um eine horizontal

verlaufende Nickachse als auch um eine vertikal verlaufende Hochachse des Drehflüglers 1 gemäß Fig. 1 aufbringbar.

[0032] Fig. 9 skizziert den Verfahrensablauf bei einer ersten Ausführungsform der Ansteuerung der Schnittstelle 19 durch die Steuereinrichtung 20. In einem ersten Schritt 35 wird das Signal des Sensors 21 an der Zelle 2 gemäß Fig. 1 eingelesen. In dem Schritt 36 werden dann Gegenschwingungen bestimmt, die zur Auslösung der von dem Sensor 21 registrierten Schwingungen erforderlich wären. Hierbei wird auch die Übertragungsfunktion von der Schnittstelle 19 bis zu dem Sensor 21 berücksichtigt. In dem Schritt 37 wird die Schnittstelle 19 dann so angeregt, daß die zuvor bestimmten Gegenschwingungen tatsächlich erzeugt werden, damit sich die Gegenschwingungen im Bereich der Zelle 2 mit den dort bereits vorhandenen Schwingungen destruktiv überlagern.

Bezugszeichenliste

1	Hubschrauber
2	Zelle
3	Rotorachse
4	Hauptrotor
5	Triebwerk
6	Antriebswelle
7	Heckrotor
8	Heckausleger
9	Rotorachse
10	Leitwerk
11	Kufe
12	Pilotensitz
13	Passagiersitz
14	Rotorstrahl
15	Flugrichtung
16	Zylinder
17	Wirbel
18	Wirbel
19	Schnittstelle
20	Steuereinrichtung
21	Sensor
22	Sensor
23	Sensor
24	Bauteil
25	Bauteil
26	Aktuator
27	Vorspannschraube
28	Führungselement
29	Achse
30	Grundkörper
31	Steg
35-37	Schritt
44	Stab
45	aktiver Stab

Patentansprüche

1. Drehflügler mit einer Zelle, an der ein um eine

etwa vertikale Rotorachse umlaufender Hauptrotor und ein Heckausleger für einen um eine etwa horizontale Rotorachse umlaufenden Heckrotor gelagert sind, wobei ein von dem umlaufenden Hauptrotor hervorgerufener Rotorstrahl auf den Heckausleger trifft, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Heckausleger (8) und der Zelle (2) eine aktiv ansteuerbare Schnittstelle (19) vorgesehen ist, die mindestens einen Aktuator (26) zum Aufbringen von Momenten zwischen dem Heckausleger (8) und der Zelle (2) aufweist, daß ein Sensor (21) vorgesehen ist, der Schwingungen der Zelle (2) registriert, und daß eine Steuereinrichtung (20) für die aktive Ansteuerung der Schnittstelle (19) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von dem Signal des Sensors (21) die aktive Schnittstelle (19) im Sinne einer Erzeugung von Gegenschwingungen ansteuert, die sich mit den Schwingungen der Zelle (2) auslöschend überlagern.

2. Drehflügler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittstelle (19) mindestens einen Aktuator (26) zum Aufbringen von horizontal verlaufenden Querbiegemomenten zwischen dem Heckausleger (8) und der Zelle (2) aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

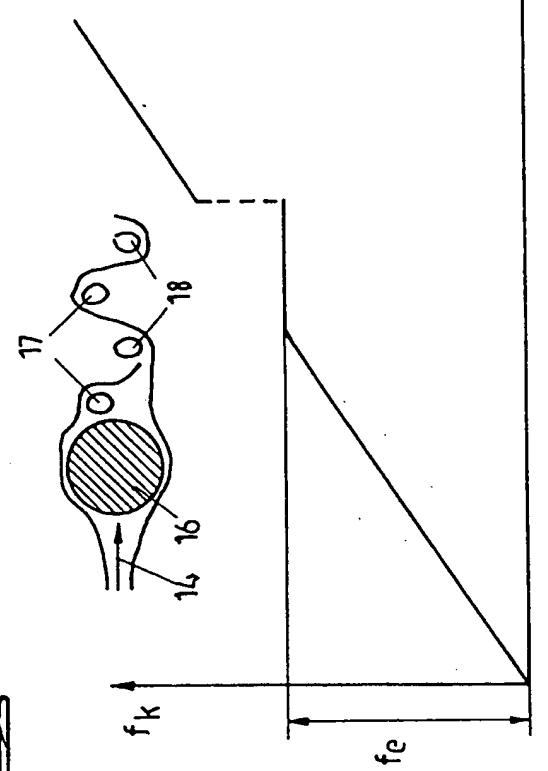
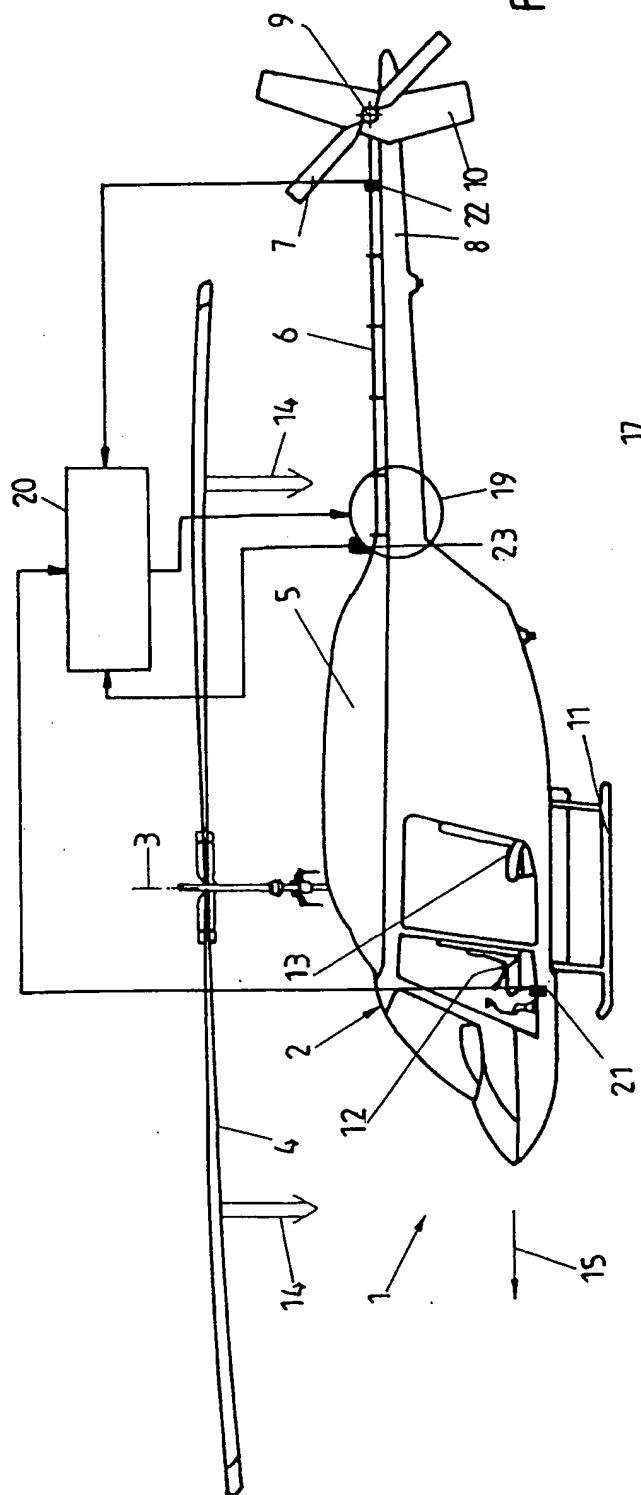


Fig. 2

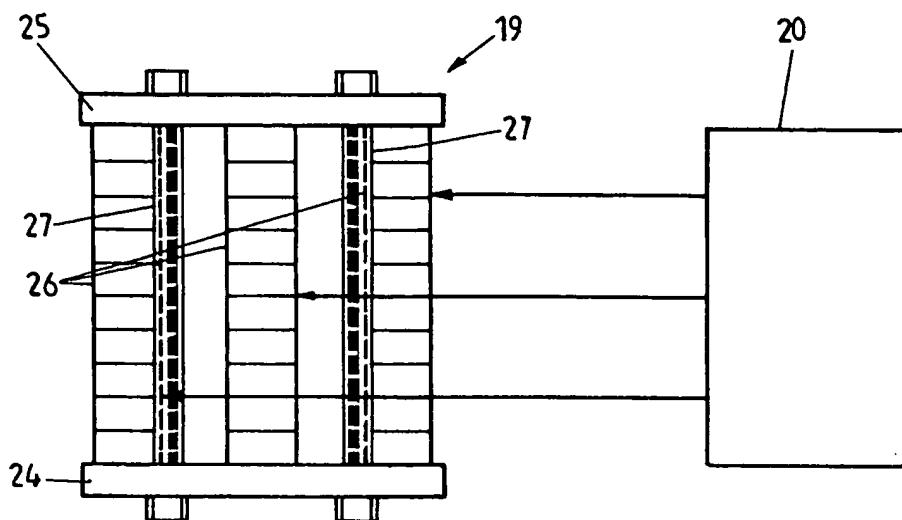


Fig. 3

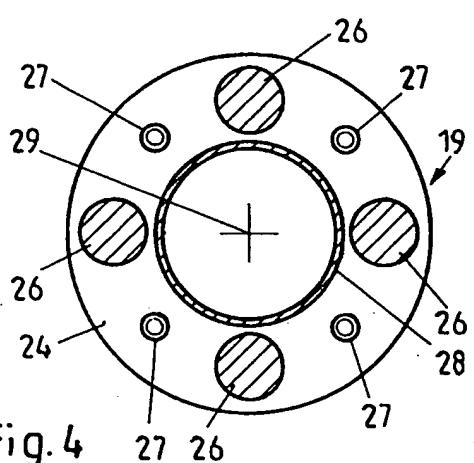


Fig. 4

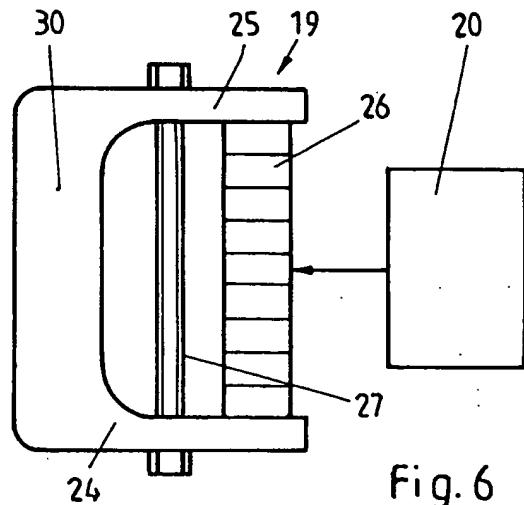


Fig. 6

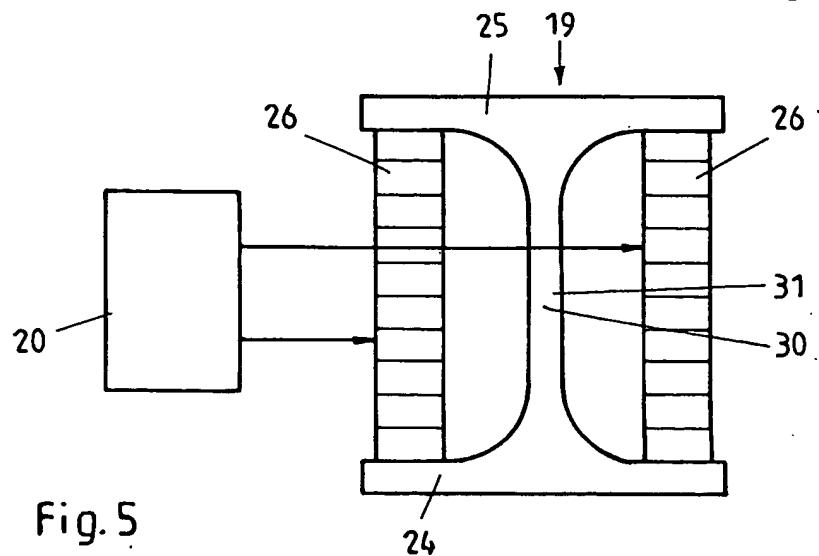


Fig. 5

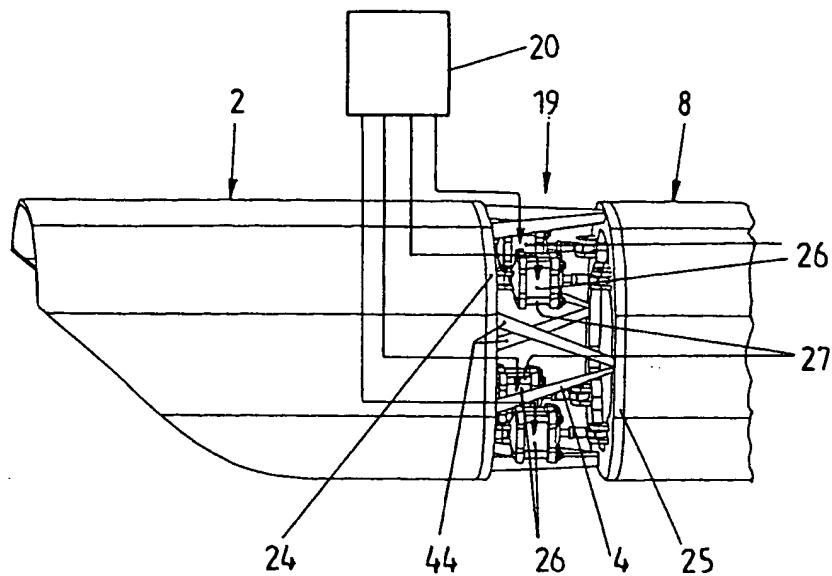


Fig. 7

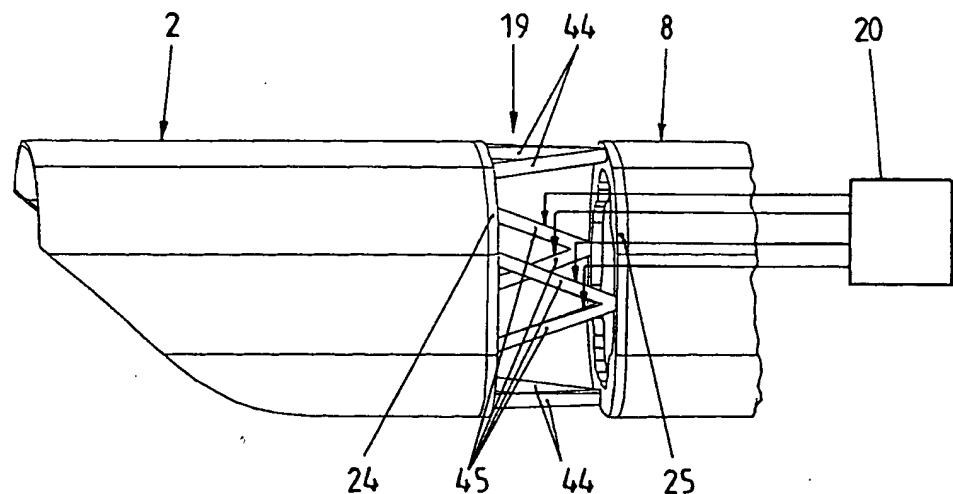


Fig. 8

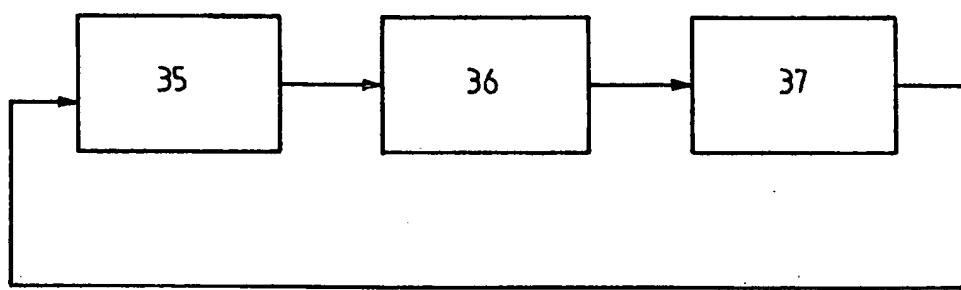


Fig. 9